第八章 堆肥品質鑑定方法

簡宣裕 鄭智馨 張明暉

行政院農業委員會農業試驗所

一、觀察堆肥外觀顏色與味道

腐熟的堆肥，外觀顏色為深黑色或黑褐色，膨鬆感覺，吸水能力強，味道為泥土味至芳香味（例如純蔗渣堆肥），不能有酸壞臭味、惡臭或濃厚的氨氣味。而發酵不良，品質不好的堆肥，通常顏色為黃色或黃褐色。

二、種子發芽測定法

5 公克風乾堆肥加 100 毫升 60 °C 溫水，置於 200 毫升燒杯內，在 60 °C 水浴中經 3 小時後，以細紗布過濾，2 張濾紙置於培養皿中，加入 10 毫升濾液，25 粒白菜種子放在濾紙上面，培養皿置於 25 °C 恒溫箱內，3 天後，觀察種子發芽率以及根生長情形，另外以蒸餾水代替濾液進行試驗，做為對照用，若試驗組的發芽率為對照組發芽率的 90 % 以上，且根的伸長不受抑制，則該堆肥可視為腐熟。

三、還原醣含量

一般而言，堆肥的還原醣含量與總碳含量的百分比 < 35 %，則堆肥可視為腐熟，若高於此百分比，則為

尚未穩定腐熟的堆肥。

四、濾紙擴散顯圖測定法

濾紙先以 0.5 % 硝酸銀溶液浸泡，烘乾待用。 5 公克堆肥，加入 50 毫升的 1 % 氫氧化鈉，振盪 5 小時後，以 3000 rpm 轉速離心，用棉花蕊心浸沾上澄液，點於濾紙中央，依在濾紙擴散顯圖的形狀及顏色，比照表一的資料，可判斷堆肥是否為腐熟。

表一、堆肥樣品抽出液（以 1 % 氫氧化鈉抽出）點於濾紙上，擴散顯圖之形狀與顏色

位置	新鮮堆肥	腐熟堆肥
擴散圖中央	顏色為白色至粉紅色	顏色為紅色至紫色
擴散圖中間帶	形狀為環狀	形狀為不規則狀
擴散圖邊緣	邊緣非鋸齒狀	邊緣為鋸齒狀

五、塑膠袋法

適用於堆肥廠現場之簡易判定法。新鮮堆積材料含許多易被分解的有機物，經微生物與生物作用後會產生多量氣體，塑膠袋因而馬上膨大如氣球，堆積材料愈接近腐熟則氣體產生的速度愈慢且量愈少，當然塑膠袋不會馬上鼓起來，甚至於不會鼓起來。此法可利用於以禽畜糞為堆積材料製造堆肥時，腐熟度定性的測試，但難判定完全腐熟與否。

六、蚯蚓法

堆肥與純水以 3：2 比例混合均勻後，放入 1/2 至 2/3 杯量堆肥於黑紙罩住四周的杯子（最好 500 毫升以上）中，把蚯蚓置於堆肥上面，因蚯蚓有棲息於暗處之習性，若蚯蚓有往下鑽入堆肥之現象則表示堆肥已腐熟，若蚯蚓有逃避離開的反應，甚至死亡，則表示此堆肥尚未腐熟。此法適用於判斷禽畜糞堆肥是否腐熟。

七、幼植物試驗法

設 4 種處理，處理 A： 500 毫升風乾土壤裝入盆栽盆內，處理 B： 同處理 A 但加施 N、P_2O_5 及 K_2O 各 35 毫克，處理 C： 350 毫升風乾土壤與 150 毫升堆肥混合均勻後裝入盆栽盆內，處理 D： 同處理 C 但加施 N、P_2O_5 及 K_2O 各 35 毫克。每處理 3 重複。盆栽盆直徑為 11.3 公分，高為 6.5 公分。上述各試驗處理的盆栽土壤加入適量水分後播種 20 粒小白菜種子，比較各處理的小白菜生育狀況做為堆肥腐熟之判定依據。

八、花粉管伸長法

堆肥與純水以 1：2 比例混合，浸泡一夜後，用紗布搾濾出濾液，以濾液（用純水做為對照）配製培養基（含 8 % 蔗糖、1.2 % 洋菜及 17 ppm 硼酸），培養基加熱使洋菜熔解後傾倒於培養皿，待冷卻凝固後，將花粉管置于培養皿上，於 25 ℃ 暗房內，經 20 小時

後，與對照組相互比較花粉管伸長情形。此方法在判斷樹皮堆肥是否腐熟時，常被採用。

九、近紅外線光譜測定法

一般而言，堆肥化過程中碳水化合物逐漸減少，但化合物的芳香基碳（aromatic C）及羧基（carboxyl group）則增加。新鮮堆積材料在波數 1720 cm^{-1} 至 1000 cm^{-1} 近紅外線光（infrared light）的吸光光譜形狀為許多小且尖銳（sharp）或斜肩（shoulder）吸收峰，而堆積材料愈接近腐熟則在此波數範圍內的吸光光譜形狀，吸收峰較少且平緩（leveled off）。新鮮堆積材料在波數 2900 cm^{-1} 至 2800 cm^{-1} 近紅外線光的吸光光譜形狀，其吸收峰的高度比腐熟堆肥者高。測定方法為：樣品以 105 ℃ 烘乾後磨粉過 0.25 毫公尺網目篩子，儲存於真空乾燥瓶（vacuum desiccator），取 100 毫克溴化鉀（KBr）和 2.4 毫克粉狀樣品混合均勻，壓成餅（pellet），置於近紅外線光吸光測定儀（infrared spectrophotometer），用波數 4000 cm^{-1} 至 1000 cm^{-1} 光波掃瞄測定樣品的吸光光譜。

十、二苯基胺（diphenylamine）呈色反應

5 公克牛糞堆肥放入 125 毫升玻璃三角瓶，加入純水 50 毫升，振盪 3 小時，以濾紙過濾，取適當量濾液放入小玻璃培養皿，用吸管吸幾滴含 0.012 % 二苯基胺之濃硫酸液，加入小培養皿內，若呈藍色反應者

表示已腐熟，新鮮牛糞則沒有藍色反應。

十一、堆肥的有機碳與氮比值及有機質含量

一般而言，腐熟堆肥的有機碳與氮比值大多低於 20（但樹皮堆肥的比值可能大於 20），有機質含量可以高於 60 %。但是，若以純雞糞製造堆肥時，因原料的有機質含量大約只有 55 %，故腐熟雞糞堆肥的有機質含量，極有可能低於 50 %。有機碳含量的測定方法如下：

（一）濕化法

試驗組，堆肥以 80 °C 烘乾磨粉後，稱 0.1 公克樣品放入 500 毫升三角玻璃瓶，加入 20 毫升的 1 N 重鉻酸鉀（$K_2Cr_2O_7$）及 40 毫升濃硫酸，靜置過夜，200 毫升純水加入三角瓶內，待三角瓶冷卻後，加入 3 滴 *o*-phenanthroline 指示劑，然後以 0.5 N 硫酸亞鐵（$FeSO_4 \cdot 7\,H_2O$）滴定至暗綠色。對照組，不加堆肥樣品於 500 毫升三角瓶內，其餘步驟同試驗組。以下列公式計算堆肥的有機碳含量（organic C, %）

有機碳含量 = (1 N x 20 ml − 硫酸亞鐵濃度 x 滴定 ml 數) x 3 x f

f：為校正因子，大約為 1.3

（二）燃燒法

樣品先用酸處理，去除碳酸鹽，然後置於燃

燒爐管，燃燒樣品，釋放出的二氧化碳被吸收塔中的氫氧化鈉所吸收，然後反滴定氫氧化鈉的減少量，便可計算出樣品中有機碳含量。

堆肥有機質含量（％）＝ 有機碳含量 x 1.72 。

十二、有毒物質及重金屬含量

美國、日本對堆肥中有機污染物的規範，只有多氯聯苯（PCB）這一項，美國規定若要施用於農田，則堆肥的多氯聯苯含量不能超過 2 ppm ，日本的標準為堆肥的水抽出液，多氯聯苯含量，要低於 0.03 ppm ，測定多氯聯苯是需要同時用到氣體色層分析儀（GC）及質譜儀（MS），須由專業人員來操作。堆肥中重金屬可以容許的含量，國內與國外的標準如表二所列。

十三、其他相關因素

（一）pH

腐熟堆肥的 pH ，一般接近中性（堆肥樣品與純水以 1：5 混合均勻），但堆肥材料中若添加雞糞， pH 則有可能超過 7.0 ，如果以純雞糞當作材料，製造堆肥時， pH 可高達 9.0 左右。若堆肥的 pH 小於 6.0 時，此種堆肥可能是在嫌氣性條件下，進行發酵的結果，則屬於品質不好的堆肥。

表二、堆肥中重金屬容許含量（ppm）

國家	鎘	鉻	銅	汞	鎳	鉛	鋅	砷	鈷	鉬
美國	2-25	1000	450-1000	5-10	50-200	250-1000	900-2500			10
日本	5	(1.5)		2		(3)		50		
奧地利	4	150	400	4	100	500	1000			
比利時	5	150-200	100-500	5	50-100	600-1000	1000-1500			
哥倫比亞	2.6	210	100	0.8	50	150	315	13	26	5
意大利	10	Cr^{+3} 500 Cr^{+6} 10	600	10	200	500	2500			
荷蘭	0.7-2	200-50	25-300	0.2-2	10-50	65-200	75-900	5-25		
加拿大 Ontario	3-4	50	60-100	0.15-0.5	60	150-500	500	10-20	25	2-3
西班牙	40	750	1750		400	1200	4000			
瑞士	3	150	150	3	50	150	500		60	20
南韓	5			2		150		50		
中華民國（垃圾堆肥）	5	150	150	2	25	150	500	50		

( )：水抽出液濃度

（二）電導度 （E.C.）

堆肥種類不一樣，電導度的測值 （堆肥樣品與純水以 1：5 混合均勻） 則差異很大，一般而言，純樹皮堆肥電導度小 < 1 dS/m ，純香菇木屑堆肥的電導度 < 2.8 dS/m ，純金針菇木屑堆肥的電導度 < 3.6 dS/m ，牛糞堆肥的電導度可高於 3.5 dS/m ，純豬糞堆肥的電導度大約為 4.0 dS/m 至 4.5 dS/m ，固液分離豬糞堆肥的電導度可低於 2.0 dS/m ，在所有種類的堆肥中，電導度，以純雞糞堆肥最高，可高達 11 dS/m 至 13 dS/m 。要以電導度的高低來判定堆肥品質的好壞，是沒有意義的事。一般而言電導度低的堆肥，比較適合做為作物的栽培介質使用，電導度高的堆肥則必需先和土壤或其他低電導度的材質 （如蛭石與泥炭土等） 混合攪拌均勻後，才能當做栽培介質使用。

（三）全氮、全磷及全鉀的含量

大致而言，以農作物殘株或廢棄物為堆積材料所製造出來的堆肥，氮、磷及鉀的含量不高，而純禽畜糞堆肥的養分含量較高。堆肥添加其他化學肥料或材質（例如豆粕粉或肉骨粉等）的有機複合肥料或雜項有機質肥料，其養分含量遠高過於一般堆肥者。

（四）堆肥的顆粒大小及不純物含量（美國標準）

腐熟堆肥，其顆粒粒徑大小的標準，通常規定為小於 25 公釐（mm），不純物質（非有機物）的含量低於 4.0％。

結語

消費者在購買堆肥時，若要知道堆肥的品質，則可以參考上述的資料，來加以判定。但先決條件是堆肥產商應該在每種產品堆肥的包裝袋或廣告說明書上，詳細且誠實的敘述產品的性狀及成分，好讓堆肥消費者來判定所購買堆肥品質的好壞，以選擇符合自己需要的堆肥。